

⑤

Int. CL 2:

B 29 C 17-00

⑥ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 23 52 926 A1

⑦

Offenlegungsschrift 23 52 926

⑧

Aktenzeichen: P 23 52 926.2-16

⑨

Anmeldetag: 22. 10. 73

⑩

Offenlegungstag: 24. 4. 75

⑪

Unionspriorität:

⑫ ⑬ ⑭

⑮

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Erwärmen eines Werkstückes aus Kunststoff

⑯

Anmelder: Heidenreich & Harbeck Zweigniederlassung der Gildemeister AG,
2000 Hamburg

⑰

Erfinder: Rosenkranz, Otto; Siefer, Karl-Heinrich; 2000 Hamburg; Goos, Heinz,
2000 Schenefeld

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

DT 23 52 926 A1

⑯ 4.75 509 817/1011

7/80

2352926

Patentanwälte
Dr. Ing. H. Heucke & Cie.
Dipl. Ing. H. Heucke, Dipl. Phys. U. Schmitz
Dipl. Ing. F. Bräuer, Dipl. Phys. W. Schäfer
Siedlung 10, D-2000 Hamburg 50
Telefon 538 0586

Heidenreich & Harbeck

Zweigniederlassung der Werkzeug-
maschinenfabrik Gildemeister & Co., AG
Sielefeld
2 Hamburg 33
Wiesendamm 30

12. Oktober 1973
Anwaltsakte M-2860

Verfahren und Vorrichtung zum Erwärmen eines Werkstückes aus Kunststoff

Es ist bekannt, Kunststoffe durch Infrarotstrahlung zu einer Weiterverformung zu erwärmen. Hierfür werden vorzugsweise Infrarotstrahler benutzt, die bei großer Intensität sehr kurze Heizzeiten von nur wenigen Sekunden zulassen. Infrarotstrahlung bietet den Vorteil, nicht nur die Oberfläche des bestrahlten Kunststoffes zu erwärmen, sondern durch die Oberfläche auch direkt die tieferen Schichten zu erreichen. Die Strahlung wird überwiegend von dem sich der Strahlungsquelle am nächsten befindlichen Material absorbiert. Dies bewirkt bei intensiver Bestrahlung eine hohe Temperaturspitze an der bestrahlten Oberfläche. Wegen der bekannt geringen Wärmeleitfähigkeit der Kunststoffe findet der Temperaturausgleich während der kurzen Heizzeit bei Infrarotstrahlung innerhalb der Wand nur rela-

✓ - 2 -

509817/1011

tiv langsam statt.

Insbesondere wenn Werkstücke mit großer Wanddicke entsprechend etwas länger erwärmt werden müssen, um die notwendige Energiemenge einzubringen, führt das häufig zu unerwünschten Veränderungen in der überhitzten Oberflächenschicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei dickwandigen Werkstücken aus Kunststoff, die zu einer nachfolgenden Verformung erwärmt werden sollen, eine Veränderung in der Oberflächenschicht durch unnötig hohe Erwärmung zu verhindern.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die der Strahlung ausgesetzte Oberfläche des Werkstückes während des Aufwärmvorganges gekühlt wird.

Durch gleichzeitige Kühlung während des Erwärmens treten keine hohen Temperaturspitzen in der Oberflächenschicht der Werkstückwand auf, die z.B. zu Kristallisation oder Bläschenbildung führen. Die Kühlung erfolgt vorzugsweise durch Anblasen des zu erwärmenden Werkstückes während der Bestrahlung durch ein gasförmiges Medium.

Die Temperaturverteilung beim Erwärmen ohne Kühlung ist in Fig. 1 und beim Erwärmen mit gleichzeitiger Kühlung in Fig. 2 dargestellt.

Wenn Thermoplaste zu in großen Mengen benötigten Produkten verarbeitet werden, ist es notwendig, die Eigenschaften des Werkstoffes

vollständig auszunutzen. Dies geschieht, indem bei geringstem Materialeinsatz der größtmögliche Gebrauchswert angestrebt wird. Bei den genannten Kunststoffen ergeben sich besondere Vorteile durch Orientierung des Materials. Die Verarbeitung erfolgt im thermoelastischen Formungsbereich der wesentlich unter dem thermoplastischen liegt (ca. 100°C gegenüber ca. 200°C). Zur Wiedererwärmung eignet sich die Infrarotstrahlung vorzüglich. Sie ermöglicht es, den Kunststoff nicht nur an der Oberfläche, sondern gleichzeitig über die ganze Tiefe in wenigen Sekunden zu erwärmen. Durch die Absorptionscharakteristik der Thermoplaste erfolgt in den der Strahlungsquelle zugewandten Oberflächenschichten eine stärkere Erwärmung. Es bildet sich ein aus Fig. 1 ersichtliches Temperaturprofil 1 aus, das durch die Strahlungstemperatur und die spezifischen Absorptions-eigenschaften des Kunststoffes bestimmt wird. Je intensiver die Bestrahlung erfolgt, um so höher ist die Temperaturspitze bei 2. Abhängig von dem zu verarbeitenden Werkstoff kann dies eine ungewünschte Veränderung oder eine Schädigung der betroffenen Schicht bewirken, wie sie bei 5 und 6 in Fig. 1 dargestellt ist, da die Wärmeleitfähigkeit der Thermoplaste relativ klein ist und der Temperaturausgleich innerhalb der Wand nicht sofort erreicht ist, sondern erst nach einiger Zeit erfolgt, wie aus den Kurven 1', 1'', 1''' ersichtlich ist. Insbesondere tritt diese Erscheinung bei relativ großen Wanddicken ausgeprägt zutage, vorzugsweise bei mehr als 3 mm. Die Verbesserung der Werkstoffeigenschaften nimmt mit steigendem Reckgrad bei thermoelastischer Verarbeitung stark zu; z.B. ist bei gesättigtem Polyäthylenterephthalat (PET) und ähnlich sich verhal-

tenden Werkstoffen eine mehr als zehnfache Reckung möglich. Um insbesondere bei Druckbehältern bestimmte Eigenschaften zu erzielen, kann es notwendig sein, von mehr als 3 mm Wanddicke des Vorformlings auszugehen.

Wie bekannt, ist PET in amorphem und orientiertem Zustand glasklar. Durch die Kristallisation wird PET opak und spröde. Die Kristallisationsgeschwindigkeit erreicht bei Temperaturen um 150°C ihr Maximum. Bei der Erwärmung in den thermoelastischen Verarbeitungsreich durch Infrarotstrahlung können in Oberflächennähe die kritischen Temperaturen über so lange Zeit vorliegen, daß eine mindestens teilweise Kristallisation 5,6 an den ursprünglich amorphen Werkstücken eintritt. Dies hat die genannten Folgen und eine optimale Weiterverarbeitung durch Orientierung ist nicht mehr in dem gewünschten und sonst möglichen Maße gegeben.

Z.B. bei Polyvinylchlorid (PVC), Polyacrylnitril, Polystyrol (PS) und ähnlich sich bei der Verarbeitung verhaltenden Werkstoffen bewirkt die Überhitzung in der bestrahlten Oberflächenschicht ein Freiwerden von gelösten Stoffen und/oder durch chemische Veränderungen ein Freiwerden von Bestandteilen der Makromoleküle. Dies kann das Material schädigen und/oder zur Bildung von Gasblasen führen, die das Aussehen des herzustellenden Werkstückes verschlechtern.

Um die genannten Folgen der Temperaturspitze 2 in der bestrahlten Oberflächenschicht zu verhindern, werden die Spitzen erfundungsge-

mäß durch Kühlung der Oberflächenschicht während der Erwärmung abgebaut. In Fig. 2 ist die Wärmestrahlung mit 7 und der Kühlstrom mit 8 bezeichnet. Die Temperaturspitze 4 des Temperaturprofils 3 ist nun erheblich verringert; die Ausgleichszeit bis zur annähernden Egalisierung des Temperaturprofils 3 ist ebenfalls geringer (Kurven 3', 3''). Folglich können sich auch die ungewünschten Veränderungen der Oberfläche nicht einstellen. Bei PET ist es auf diese Weise überhaupt erst möglich geworden, Halbzeuge größerer Wanddicke in wenigen Sekunden in den thermoelastischen Verarbeitungsbereich wiederzuerwärmen.

Die Anwendung der biaxialen Orientierung bei geblasenen Hohlkörpern erlangt zunehmende Bedeutung, da einen wirtschaftlichen Einsatz bei großen Stückzahlen erst die Verbesserung der Werkstoffeigenschaften zuläßt: höhere Festigkeit, geringere Gasdurchlässigkeit, und bessere Transparenz. Diese Eigenschaften sind hauptsächlich bei Druckflaschen, z.B. für kohlensäurehaltige Getränke und Aerosole notwendig. Neuerdings wird hierfür als besonders geeigneter Thermoplast PET eingesetzt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind schematisch in den Fign. 3 bis 8 dargestellt und nachstehend erläutert.

Es wird von kalten Vorformlingen 9 mit geschlossenem Boden ausgegangen, die nach bekannten, unterschiedlichen Methoden hergestellt sein können. Zum Erwärmen befinden sich die Vorformlinge 9 in einer Heizungsvorrichtung, die aus einer Vielzahl von Infrarot-

strahlern 10 besteht, welche an einer oder mehreren Seiten angeordnet sind. Vorzugsweise durchlaufen die Vorformlinge 9 die Heizungsvorrichtung bei gleichzeitiger Drehung um die eigene Achse. Eine Kühleinrichtung 11 für jeden Vorformling ist an einem die Vorformlinge haltenden Träger 12 befestigt, durch den die Vorformlinge an den Strahlern 10 vorbeigeführt werden. Während des Heizens werden die Vorformlinge von der relativ zur Drehbewegung der Vorformlinge stillstehenden Kühleinrichtung 11 angeblasen.

In der Ausführungsform nach Fig. 4 erfolgt der Austritt des vorzugsweise gasförmigen auf den Vorformling gerichteten Kühlmittels durch einen Spalt 13 in der rohrförmig ausgebildeten Kühleinrichtung 11.

In einer anderen Ausführungsform nach Fig. 5 kann der Austritt des Kühlmediums durch eine Vielzahl von Löchern 14 erfolgen.

Soll die Erwärmung des Vorformlings in Längsrichtung gezielt unterschiedlich vorgenommen werden, so können nach Fig. 6 die Löcher 14 in Gruppen angeordnet sein, um die Intensität des Kühlmittelstromes ebenfalls gezielt unterschiedlich zu gestalten.

In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform kann die Heizungseinrichtung als Tunnel ausgeführt sein, den ein die Oberfläche der Vorformlinge kühlender Gasstrom durchfließt. Ferner lässt sich die Kühlung auch so durchführen, daß ein sich elastisch an den bestrahlten Vorformling anlegendes Kühlelement vorgesehen ist,

durch dessen Kontakt mit der Werkstückoberfläche während der Bestrahlung Wärme aus der Oberflächenschicht abgeleitet wird.

Um die Kühlwirkung des gasförmigen Mediums zu erhöhen, kann dieses mit einer Flüssigkeit angereichert sein.

Um zu verhindern, daß durch ungenaues Ausrichten des Kühlmittelstroms auf die Achse der einzelnen Vorformlinge keine gleichmäßige Anströmung und damit Kühlung erfolgt, kann das Ablasen so erfolgen, daß gemäß Fig. 7 der Luftstrom sich nach Verlassen der Kühleinrichtung 11 stark verbreitert oder gemäß Fig. 8 in einem Winkel & schräg ausgeblasen wird. Hierbei machen sich kleine Abweichungen in der Ausrichtung von Vorformling und Kühleinrichtung kaum bemerkbar.

22.10.73

2352926

{

- 8 -

Heidenreich & Harbeck

Zweigniederlassung der Werkzeug-
maschinenfabrik Gildemeister & Co., AG

Bielefeld

2 Hamburg 33

Wiesendamm 3c

22. Oktober 1973

Anwaltsakte M-2860

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erwärmen eines Werkstückes aus Kunststoff, insbesondere eines Thermoplasts, durch Infrarotstrahlung, dadurch gekennzeichnet, daß die der Strahlung ausgesetzte Oberfläche des Werkstückes während des Aufwärmvorganges gekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlung durch ein gasförmiges Medium erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das gasförmige Medium zur Erhöhung der Wärmeableitung mit einer Flüssigkeit angereichert bzw. mit kleinen Tröpfchen vermischt wird.
4. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-

- 9 -

509817/1011

22.10.73

2352926

- 9 -

AC

durch gekennzeichnet, daß das Werkstück ein Vorformling ist, der zu einem flaschenartigen Hohlkörper aufgeweitet werden soll.

5. Vorformling nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Vorformling aus Polyäthylen terephthalat besteht.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zum Erwärmen eines Vorformlings, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorformling drehbar angeordnet ist und während des Erwärmens seine/bestrahlte Oberfläche gekühlt wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der um die eigene Achse drehbare Vorformling an den Strahlern vorbeibewegt und von einer mitlaufenden Kühleinrichtung angeblasen wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Austritt des gasförmigen Kühlmediums durch einen Spalt erfolgt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Austritt des gasförmigen Kühlmediums durch eine Vielzahl von Löchern erfolgt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizung als Tunnel ausgebildet ist, durch den das kühlende, gasförmige Medium strömt.

- 1 -

509817/1011

BAD ORIGINAL

22.10.73

2352926

1.1

- 1 -

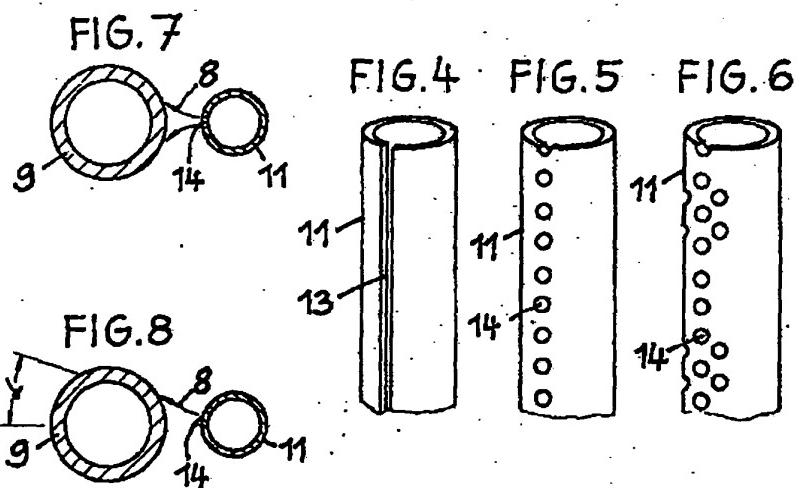
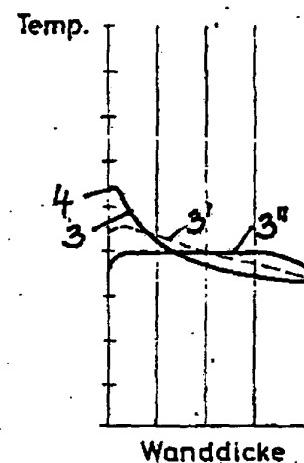
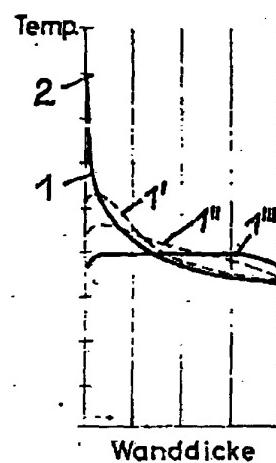
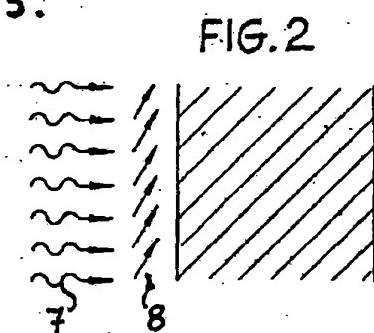
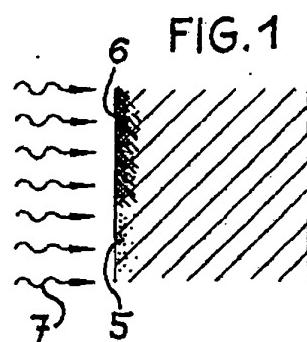
11. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein sich
elastisch an das Werkstück anlegendes Künlelement vorgeschen
ist, von dem während der Bestrahlung Wärme aus der bestrahlten
Oberflächenschicht abgeleitet wird.

509817/1011

BAD ORIGINAL

Leerseite

2352926



508617/1011

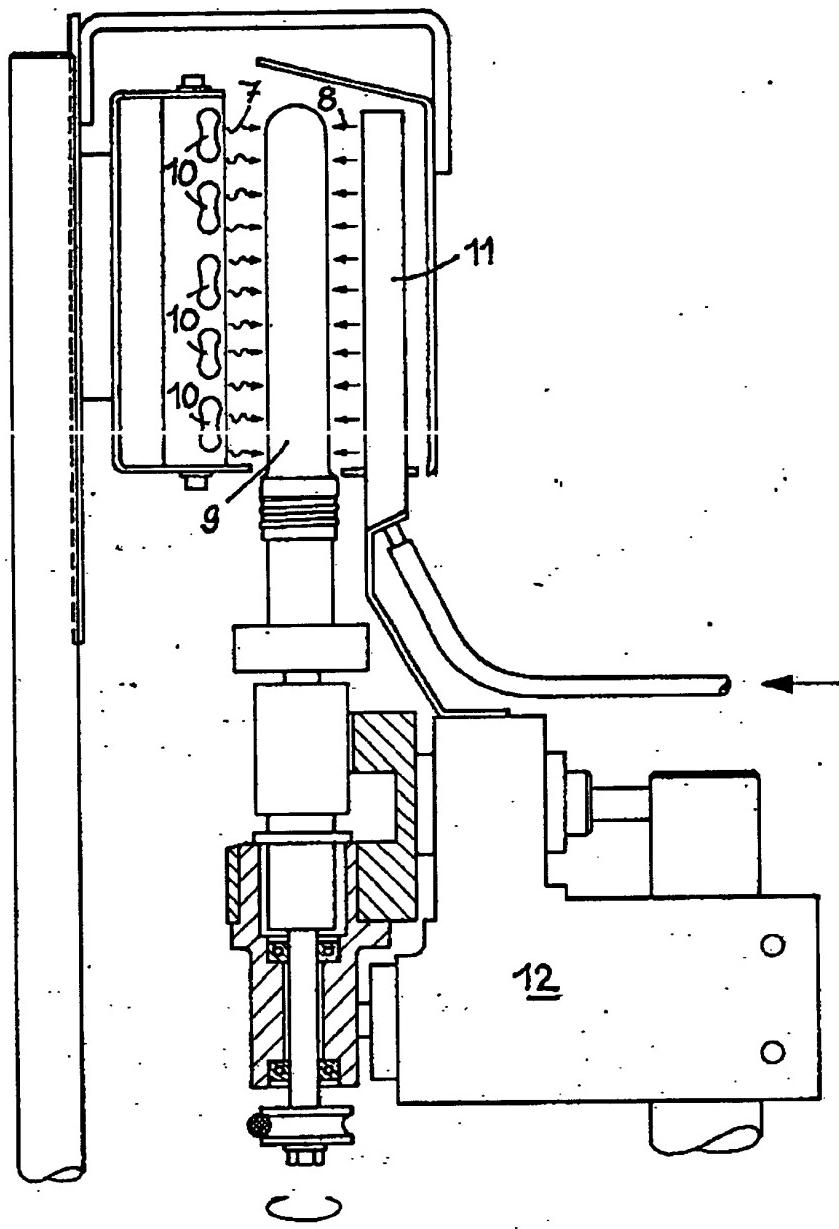
B29C 17-00

AT: 22.10.1973.

OT: 24.04.1975

2352926

FIG.3



509817/1011